Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 4, Sept-Oct 2020, p. 989-1001

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۹، ص. ۱۰۰۱-۹۸۹

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب، کود سولفات پتاسیم و کود حیوانی بر عملکرد و کاهش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرمای رقم مضافتی

زهرا سعیدی[۱]- محمد حشمتی رفسنجانی[۲*]- جواد سرحدی[۳]- محمدحسین شمشیری[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵

چکیده

عارضه خشکیدگی خوشه‌ی خرما موجب خسارات فراوان باغداران و اقتصاد نواحی خرماخیز می‌شود. در این پژوهش با انجام یک آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، تأثیر کاربرد مقادیر مختلف سوپرجاذب آ-۲۰۰ (S) در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم، سولفات‌پتاسیم (K) در سه سطح صفر، دو و سه کیلوگرم و کود حیوانی (O) در سه سطح صفر ، ۶۵ و ۱۳۰ کیلوگرم بر درخت در سه تکرار، بر عملکرد، برخی ویژگی‌ها و عارضه خشکیدگی خوشه‌ی خرمای مضافتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد هر سه عامل تأثیر معنی‌داری بر عملکرد میوه‌ی سالم، خشکیده، کل و درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما داشتند. برهم‌کنش‌های دوگانه‌ی سوپرجاذب و سولفات‌پتاسیم و هم‌چنین سوپرجاذب و کود حیوانی بر عملکرد کل، میوه‌ی سالم و درصد عارضه، معنی‌دار بود. در این ویژگی‌ها، برهم‌کنش‌های سه‌گانه معنی‌دار نبود. برهم‌کنش سولفات‌پتاسیم و کود حیوانی فقط بر عملکرد میوه سالم معنی‌دار بود. برهم‌کنش معنی‌دار سوپر جاذب با کود پتاسه و کود حیوانی نشان داد با کاربرد ۳۰۰ گرم سوپر جاذب توأم با سطح سوم یکی از کودها (دو کیلوگرم سولفات پتاسیم یا ۱۳۰ کیلوگرم بر درخت کود گاوی)، می‌توان خشکیدگی خوشه را حدود ۶۰ تا ۶۵ درصد کاهش داد. بیشینه‌ی میانگین عملکرد میوه‌های سالم در برهم‌کنش سطح سوم سوپر جاذب و کود پتاسه مشاهده شد که نسبت به کمینه‌ی آن، در سطح اول آن‌ها، ۹۲ درصد فزونی داشت. کاربرد توأم سطح سوم سوپرجاذب و کود حیوانی نیز در مقابل سطح اول آن‌ها، عملکرد میوه‌ی سالم را ۹۳ درصد افزایش داد. برهم‌کنش سه‌گانه‌ی فاکتورها بر میانگین وزن، قطر و طول میوه معنی‌دار بود و بیش‌ترین میانگین آن‌ها در تیمار $S_3K_3O_3$ مشاهده گردید درحالی‌که کم‌ترین مقدار آنها در تیمار $S_2K_1O_3$ بود و به طور معنی‌داری با یکدیگر و بسیاری از دیگر تیمارها اختلاف داشتند.

واژه‌های کلیدی: اندازه‌ی میوه، سوپرجاذب آ-۲۰۰، عملکرد، فراهمی آب، کود، نخل خرما

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پژمردگی و خشکیدگی خوشه‌ی خرما موجب خساراتی به باغداران و اقتصاد نواحی خرماخیز شده‌است. در برخی نواحی ایران از جمله کرمان، هرمزگان و بوشهر، خسارت ناشی از این عارضه، تا ۸۵ درصد موجب کاهش محصول خرما شده‌است. در برخی مناطق میوه‌های خشکیده و ریزش کرده هم‌چنان از ارزش اقتصادی اندکی برخوردار بوده و در صورت جمع‌آوری، بسته به مرحله‌ای از رشد که عارضه اتفاق افتاده، می‌تواند به مصارف مختلف برسد. به نظر می‌رسد علت اصلی عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما تلف‌شدن آب گیاه در اثر افزایش دما و عوامل تشدیدکننده اثر آن باشد (۵ و ۱۰). نقش عوامل محیطی از جمله کاهش رطوبت نسبی و افزایش دما به‌ویژه هم‌زمان با بادهای گرم منطقه‌ای بر عارضه‌ی خشکیدگی خوشه خرما در تحقیقات متعدد (۵، ۱۰ و ۱۱) تأیید شده‌است که استفاده از پوشش‌های متفاوت برای خوشه، در دوره‌های مختلف رشد پس از تشکیل میوه (۶، ۷، ۸، ۱۴، ۱۶ و ۱۹)، قادر بوده‌است تا حدود زیادی از اثرات منفی بادهای گرم، دمای بالا و رطوبت نسبی پایین محیط، بر میوه‌ی خرما کاسته و افزون بر آن ویژگی‌های کیفی میوه را نیز بهبود بخشد. تأثیر تغذیه مناسب عناصر غذایی معدنی نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و ریزمغذی‌ها در کاهش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما و نیز بهبود کیفیت میوه، در مناطق مختلف، در پژوهش‌های

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک و استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: heshmati@vru.ac.ir)
۳- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان، جیرفت
۴- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

DOI: 10.22067/jsw.v34i4.87063

متعدد تأیید گردیده‌است (۵، ۹، ۱۲ و ۱۷). تأثیر معنی‌دار مدیریت آبیاری (۳، ۴ و ۹) و میانه‌کاری نخلستان برای افزایش رطوبت نسبی نیز تأثیر معنی‌داری برکاهش عارضه داشته است. نتایج پژوهش شورآبادی و همکاران (۱۹) در بررسی اثر مواد کاهنده‌ی تعرق (کیتوزان و کائولین) برعارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما رقم مضافتی، حاکی از تأثیر معنی‌دار کائولین و عدم تأثیر کیتوزان بر کاهش عارضه بود. ایزدی و روشن (۹) استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد را در کاهش شدت عارضه مؤثر دانسته‌اند.

ذرات هیدروژل سوپرجاذب بدون حل شدن، تا رسیدن به حجم تعادلی خود، آب جذب کرده و متورم می‌شوند. توانایی جذب آب زیاد، سرعت جذب بالا و استحکام ژل، از ویژگی‌های سوپرجاذب‌ها می‌باشند. اصلاح محیط ریشه گیاه به‌وسیله پلیمرهای سوپرجاذب، نتایجی مانند افزایش نگهداشت آب در محیط رشد گیاه، افزایش دور آبیاری، افزایش نفوذ آب، کاهش فرسایش و رواناب، افزایش جوانه‌زنی و رشد سریع‌تر گیاهان را در بر خواهد داشت (۲). کودهای آلی به‌خصوص کودهای دامی علاوه بر تأثیرات مثبت بر خواص فیزیکی مهم خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک، در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای ترکیب کامل و متعادل عناصر غذایی معدنی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و هم‌چنین ریز مغذی‌ها بوده و به مرور این عناصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. کودهای آلی با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب تعادل در بخش شیمیایی خاک می‌شوند.

پتاسیم به‌طور معمول فراوان‌ترین عنصر غذایی پرنیاز در لایه‌های سطحی خاک است که می‌تواند مقاومت گیاهان در برابر تنش رطوبتی، کم‌آبی و شوری را افزایش داده و کیفیت محصول و خاصیت انباری را بالا ببرد. نقش مثبت پتاسیم در افزایش کمی و کیفی محصول ارقام مختلف خرما، همانند سایر محصولات کشاورزی، در پژوهش‌های مختلف (۱، ۱۲ و ۱۳) مورد تأیید قرار گرفته است که این تأثیر را می‌توان به افزایش کارآیی مصرف آب و در مواردی به کاهش اثرات سوء تنش خشکی توسط پتاسیم، مربوط دانست؛ ضمن این‌که پتاسیم اصلی‌ترین یون تنظیم‌کننده اسمزی در گیاهان بوده و در سوخت و ساز هیدروکربورها هم نقش دارد (۱۸). کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب، توانایی خاک در جذب و نگه‌داری آب و فراهمی آب قابل استفاده‌ی گیاه را افزایش می‌دهد از طرفی مقدار بهینه و مطلوب پتاسیم در گیاه علاوه بر اثرگذاری روی پتانسیل آب سلول‌ها و کمک به جذب آب گیاه، مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها را بهبود بخشیده و به نگه‌داری و تنظیم محتوی آب بافت‌ها کمک شایانی می‌کند. افزودن کودهای حیوانی پوسیده به خاک نیز می‌توانند با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، آب قابل استفاده‌ی خاک را افزایش دهد و علاوه بر آن با تغذیه‌ی متعادل و متوازن عناصر غذایی معدنی از جمله پتاسیم، نقش ویژه‌ای در جذب آب توسط گیاه و حفظ آن داشته باشد. بنابراین به نظر می‌رسد هر کدام از این سه عامل، پلیمرهای سوپرجاذب، کودهای پتاسه و کودهای حیوانی، یا ترکیبی از آن‌ها بتوانند در مدیریت و نگه‌داری محتوای آب درخت خرما مؤثر بوده و عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما را کاهش دهند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات پلیمر سوپرجاذب، کود حیوانی و کود پتاس بر عملکرد و کنترل عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرمای مضافتی، این پژوهش به شکل آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل پلیمر سوپرجاذب در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم بر درخت (S_1، S_2 و S_3)، کود سولفات‌پتاسیم در سه سطح صفر، ۲ و ۳ کیلوگرم بر درخت (K_1، K_2 و K_3) و کود گاوی در سه سطح صفر، ۶۵ و ۱۳۰ کیلوگرم بر درخت (O_1، O_2 و O_3) بودند که در مجموع ۲۷ تیمار بوده که در سه تکرار اعمال شدند. درختان مورد آزمایش در یک نخلستان چهار هکتاری با سن هشت سال در منطقه‌ی عنبرآباد جیرفت، به صورت یک ردیف در میان و با فاصله‌ی یک درخت در ردیف انتخاب و تیمارهای مورد نظر، در نیمه‌ی دوم بهمن ماه به صورت چالکود در سایه‌انداز آن‌ها، اعمال شد. تمامی درختان، در طول فصل رشد، به صورت غرقآبی با دوره‌ی تناوب ۱۰ روزه و به یک میزان آبیاری شدند. در اوایل تیرماه برای سهولت در جمع‌آوری میوه‌های خشکیده و ریزش کرده، تمامی خوشه‌ها با توری‌های پلاستیکی محصور شد. برداشت محصول در اواسط مردادماه انجام شد. برداشت میوه‌ی سالم و میوه‌ی خشکیده و ریزش کرده‌ی هر درخت، جمع آوری‌شده در توری‌ها، به‌طور جداگانه انجام و توزین شد. تعداد ۳۰ عدد حبه‌ی خرما از میوه‌های سالم هر درخت به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب و میانگین وزن میوه در آن‌ها به دست آمد و نیز با اندازه‌گیری طول و قطر آن‌ها، میانگین طول و قطر میوه در هر کرت محاسبه‌گردید. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 25 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار بلوک بر ویژگی‌های مورد بررسی بود در حالی‌که تأثیر معنی‌دار سوپرجاذب، کود سولفات‌پتاسیم و کود حیوانی را بر شاخص‌های عملکرد میوه سالم، عملکرد میوه خشکیده، عملکرد کل و درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه در سطح یک درصد آماری نشان داد. برهم‌کنش سوپرجاذب و کود سولفات‌پتاسیم و برهم‌کنش‌سوپر جاذب و کود حیوانی بر میانگین عملکرد میوه سالم، عملکرد کل و درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه تأثیر معنی‌دار نشان داد درحالی‌که برهم‌کنش دو فاکتور کود پتاسه و کود حیوانی هیچ‌کدام از این

ویژگی‌ها را تحت تأثیر معنی‌دار قرار نداد. برهم‌کنش‌های سه‌گانه‌ی عوامل، بر هیچ کدام از میانگین‌های عملکرد میوه سالم، عملکرد میوه خشکیده، عملکرد کل و درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما معنی‌دار نشد. هر سه عامل مورد بررسی و نیز برهم‌کنش‌های دوگانه و سه‌گانه‌ی آن‌ها بر ویژگی‌های وزن، طول و قطر میوه تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱).

عملکرد میوه‌های سالم

مقایسه میانگین‌های عملکرد میوه‌ی سالم تحت تأثیر متقابل سوپرجاذب و کود پتاسه (شکل ۱) نشان داد در سطح یک و دو کود پتاسه (کاربرد صفر و دو کیلوگرم سولفات پتاسیم بر درخت) با افزایش سطح سوپرجاذب، عملکرد میوه‌ی سالم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده‌است ولی با کاربرد سه کیلوگرم سولفات پتاسیم بردرخت (سطح ۳)، فقط کاربرد ۳۰۰ گرم سوپر جاذب بر درخت (سطح ۳ سوپر جاذب) عملکرد میوه‌ی سالم را به طور معنی‌داری نسبت به سطح دو و یک (به ترتیب ۴۲ و ۶۲ درصد) افزایش داد. کاربرد کود پتاسه (سطح ۲ و ۳ آن) در حضور ۳۰۰ گرم سوپر جاذب بر درخت (سطح ۳، S_3) نیز عملکرد را به طور معنی‌داری افزایش داد ولی در حضور ۲۰۰ گرم سوپر جاذب بر درخت (سطح ۲، S_2) چنین تأثیری مشاهده نشد و بدون سوپرجاذب (سطح ۱، S_1) نیز فقط تیمار سه کیلوگرم سولفات پتاسیم بردرخت (S_1K_3)، توانست موجب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه‌ی سالم شود. بدین ترتیب کمینه‌ی میانگین عملکرد میوه‌ی سالم در تیمار S_1K_1 و بیشینه‌ی آن، با ۹۸ درصد افزایش نسبت به S_1K_1، در تیمار S_3K_3 مشاهده گردید که به‌طورمعنی‌داری از تمامی تیمارها بیشتر بود (شکل ۱). نقش پتاسیم در کاهش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما توسط برادران و همکاران (۵) مورد تأکید قرار گرفته‌است. تعدادی از محققین نیز کاهش میزان عارضه‌ی خشکیدگی خوشه با محلول‌پاشی سولفات پتاسیم را گزارش کرده‌اند (۱۷ و ۱۸) از طرفی بنابر نتایج پژوهش‌ها تنش رطوبتی و کمبود آب منجر به افزایش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی در ارقام مختلف می‌شود (۳ و ۴) به همین جهت کاربرد سوپرجاذب با تأثیر بر قابلیت نگهداری آب خاک همراه با پتاسیم با هم‌افزایی اثرات مثبت یکدیگر، عارضه را کاهش و عملکرد میوه‌ی سالم و کل را افزایش داده‌اند.

نتایج مقایسه‌ی میانگین عملکرد میوه‌ی سالم (شکل ۲) نشان داد سطوح مختلف کود حیوانی در سطح یک سوپرجاذب (S_1) یعنی تیمارهای با صفر گرم سوپرجاذب بر درخت، افزایش معنی‌داری در عملکرد نداشته‌اند اما در سطح ۲ سوپر جاذب، کاربرد ۶۵ و ۱۳۰ کیلوگرم کود حیوانی بر درخت، نسبت به سطح ۱ (صفر کیلوگرم کود حیوانی بر درخت، O_1) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد شده‌اند؛ این در حالی‌ست که در سطح سوم سوپرجاذب (S_3) با مصرف ۳۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت، اختلاف معنی‌دار بین هر سه سطح کود حیوانی دیده شد که به ترتیب ۳۷، ۶۸ و ۹۳ درصد عملکرد را نسبت به تیمار S_1O_1 (شاهد در این برهم‌کنش) افزایش داده‌اند. تأثیر کود حیوانی و سوپر جاذب بر کاهش عارضه هم به دلیل افزایش قدرت نگه‌داری آب خاک و بهبود تغذیه درخت از طریق رهاسازی عناصر غذایی ضروری است (۱۲).

عملکرد کل

براساس نتایج مقایسه‌ی میانگین برهم‌کنش سوپرجاذب و کود پتاسه (شکل ۳)، عملکرد کل در مجموع شش تیمار که مقدار سوپرجاذب در آن‌ها در سطح یک یا دو بود، هیچ اختلاف معنی‌داری نشان نداد البته در این تیمارها برخلاف عدم افزایش عملکرد کل، کاهش عارضه و افزایش عملکرد میوه‌ی سالم دیده‌شد (شکل‌های ۱ و ۵). با افزایش مقدار سوپرجاذب به سطح سوم (۳۰۰ گرم سوپر جاذب بر درخت) تأثیرات افزایشی معنی‌داری مشاهده گردید که شامل افزایش عملکرد کل در تیمار S_3K_3 نسبت به سایر تیمارها و هم‌چنین افزایش معنی‌دار عملکرد کل در تیمار S_3K_2 نسبت به مابقی تیمارها به‌جز S_3K_1 بود؛ این برهم‌کنش حاکی از آنست که با بهبود وضعیت آب و کاهش عارضه، تغییرات مثبت در وزن و تعداد میوه‌ی به‌بارنشسته هم اتفاق افتاده‌است. بیشینه‌ی عملکرد کل ۳۵ کیلوگرم بر درخت و در تیمار S_3K_3 مشاهده شد که با تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و ۳۳ درصد نسبت به کمینه، با عملکرد کل ۲۶ کیلوگرم بر درخت در تیمار S_1K_1، افزایش نشان می‌داد.

نتایج مقایسه‌ی میانگین عملکرد کل در تیمارهای متقابل سوپرجاذب و کود حیوانی (شکل ۴) نشان داد بدون مصرف سوپرجاذب و کاربرد ۲۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت (سطح ۱، S_1 و سطح ۲، S_2؛ شش تیمار) سطوح مختلف کود آلی اختلاف معنی‌داری در عملکرد کل میوه‌ی خرما ایجاد نکرد (شکل ۴). بیشینه‌ی عملکرد کل میوه در تیمار S_3O_3 (۳۴ کیلوگرم بر درخت) مشاهده گردیدکه به طور معنی‌داری از تمامی تیمارها بیش‌تر بود و کمینه‌ی عملکرد کل میوه نیز در تیمار S_2O_1 (۲۶ کیلوگرم بر درخت) بود که تنها با تیمارهای سطح سوم سوپرجاذب (S_3، کاربرد ۳۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت) اختلاف معنی‌دار داشت.

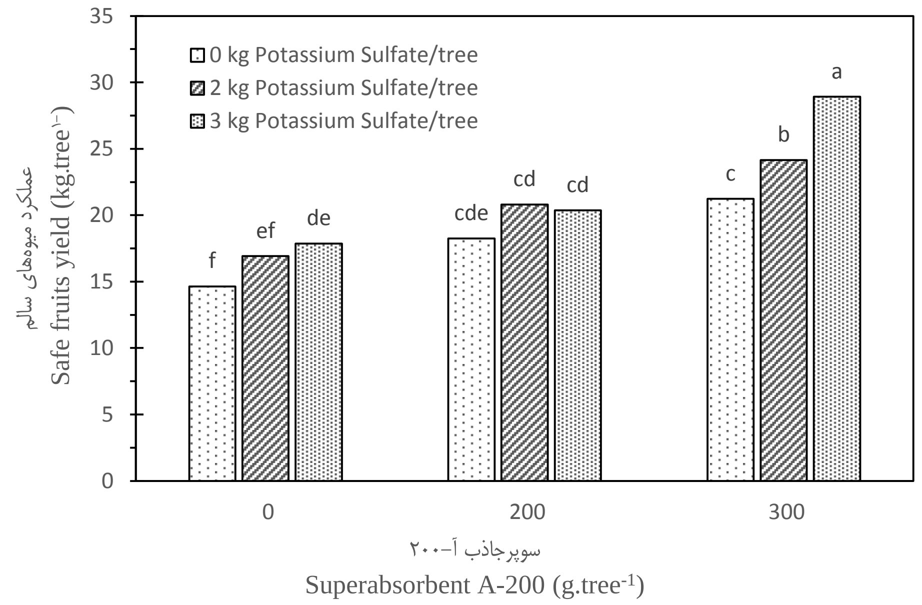
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سوپرجاذب، کود پتاسه و کود حیوانی بر عملکرد میوه و اجزای آن (کیلوگرم بر درخت)، درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه، وزن میوه (گرم) و طول و قطر میوه‌ی خرما (میلی‌متر)

Table 1- Results of analysis of variance of the effects of the various levels of superabsorbent, potassium fertilizer, and manure on fruit yield and its' components (kg.tree^{-1}), date bunch fading disorder (%), and weight (g), length (mm), and diameter (mm)of fruit

منابع تغییرات Sources of variations	درجه‌ی آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean square						
		عملکرد میوه‌های سالم Safe fruit yield	عملکرد میوه‌های خشک Dried fruit yield	عملکرد میوه کل Total fruit yield	عارضه‌ی خشکیدگی خوشه Date bunch fading disorder	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter
بلوک Block	2	4.991^{ns}	0.019^{ns}	4.638^{ns}	3.68^{ns}	0.086^{ns}	0.237^{ns}	1.68^{ns}
سوپرجاذب Superabsorbent	2	470**	116**	168**	2133**	34.7**	135**	29.1**
کود پتاسه Potassium fertilizer	2	129**	25.4**	44.4**	519**	118**	45.3**	65.7**
کود حیوانی Manure	2	206**	65.7**	39.4**	1111**	38.2**	4.37^{ns}	18.5**
سوپرجاذب×کود پتاسه Superabsorbent×Potassium fertilizer	4	24.0**	1.04^{ns}	24.2**	16.4*	23.3**	29.2**	11.4**
سوپرجاذب×کود حیوانی Superabsorbent×Manure	4	18.0**	1.56^{ns}	14.5**	25.7**	16.6**	42.1**	7.82**
کود پتاسه×کود حیوانی Potassium fertilizer×Manure	4	4.3^{ns}	0.162^{ns}	3.16^{ns}	2.52^{ns}	11.2**	25.8**	7.81**
سوپرجاذب× کود پتاسه×کود حیوانی Superabsorbent×Potassium fertilizer×Manure	8	3.60^{ns}	0.857^{ns}	5.11^{ns}	3.76^{ns}	20.7**	32.4**	2.98**
خطا Error	54	1.83	0.723	2.64	6.20	0.945	1.55	0.979
CV%	-	6.6	10.3	5.7	8.4	8.2	3.7	4.5

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

**: significant at the 0.01 level, *: significant at the 0.05 level, and ns: not significant at the 0.05 level.

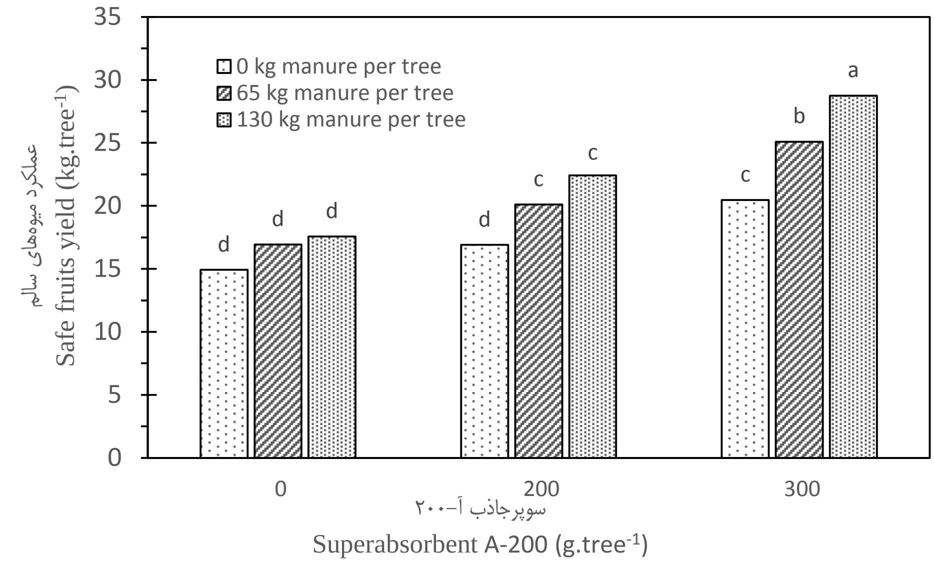


شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد میوه‌های سالم تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود پتاسه

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 1- Mean comparison of date fruit yield affected by interaction of superabsorbent and potassium fertilizer levels

Means with the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

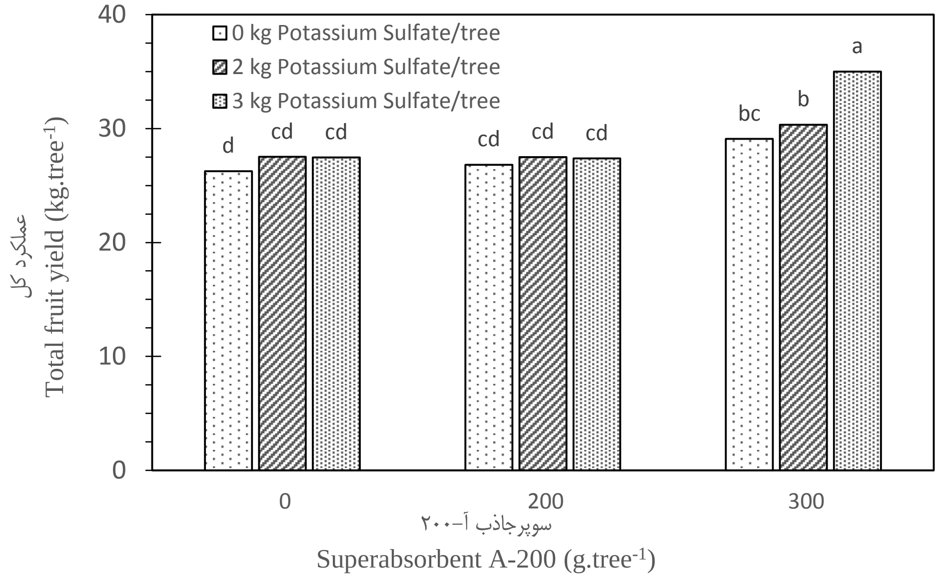


شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد میوه‌های سالم تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود حیوانی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 2- Mean Comparison of date fruit yield affected by interaction of superabsorbent and manure levels

Means with the same letters are not significantly differen by Duncan's test at the 0.05 level.



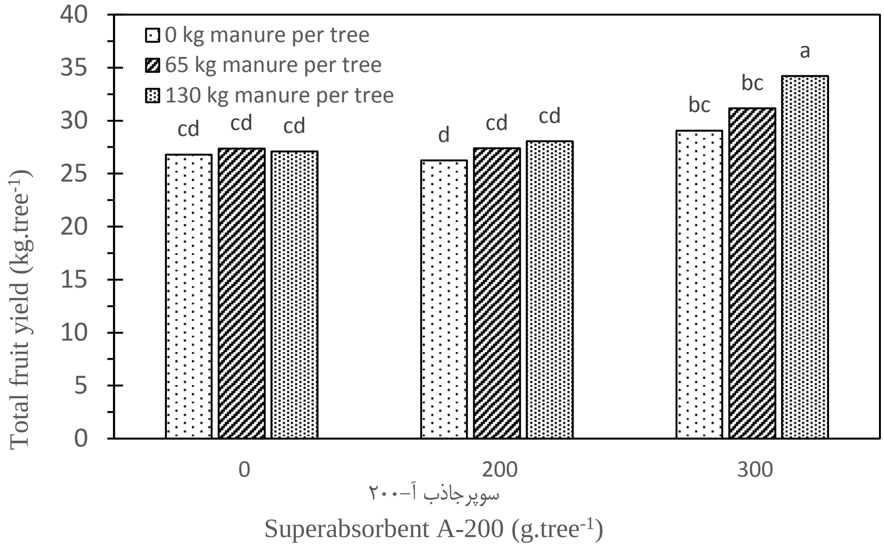
شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد کل میوه تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود پتاسه

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 3- Mean comparison of total fruit yield affected by interaction of superabsorbent and potassium fertilizer levels

Means with the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

بررسی عملکرد کل میوه‌ی خرما (مجموع میوه‌ی سالم و دچار عارضه شده) نشان می‌دهد اگر چه کاربرد سطوح مختلف کود پتاسه و کود حیوانی، با یا بدون سوپر جاذب، توانسته است درصد عملکرد میوه‌ی سالم را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد اما در مواردی کاهش وقوع عارضه، منتج به این افزایش عملکرد میوه‌ی سالم شده‌است و افزایش عملکرد کل توأم با کاهش درصد عارضه، تنها در سطح سوم سوپرجاذب یعنی همراه با کاربرد ۳۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت، مشاهده‌شده‌است (شکل‌های ۱ تا ۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد کل میوه‌ی خرما تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود حیوانی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 4- Mean Comparison of total date fruit yield affected by interaction of superabsorbent and manure levels

Means with the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

بررسی عملکرد کل میوه‌ی خرما (مجموع میوه‌ی سالم و دچار عارضه شده) نشان می‌دهد اگر چه کاربرد سطوح مختلف کود پتاسه و کود حیوانی با سوپرجاذب و بدون سوپر جاذب توانسته است درصد عارضه را به طور معنی‌داری کاهش دهد اما افزایش عملکرد کل توأم با کاهش درصد عارضه، تنها در سطح سوم سوپرجاذب یعنی همراه با کاربرد ۳۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت، مشاهده شده است.

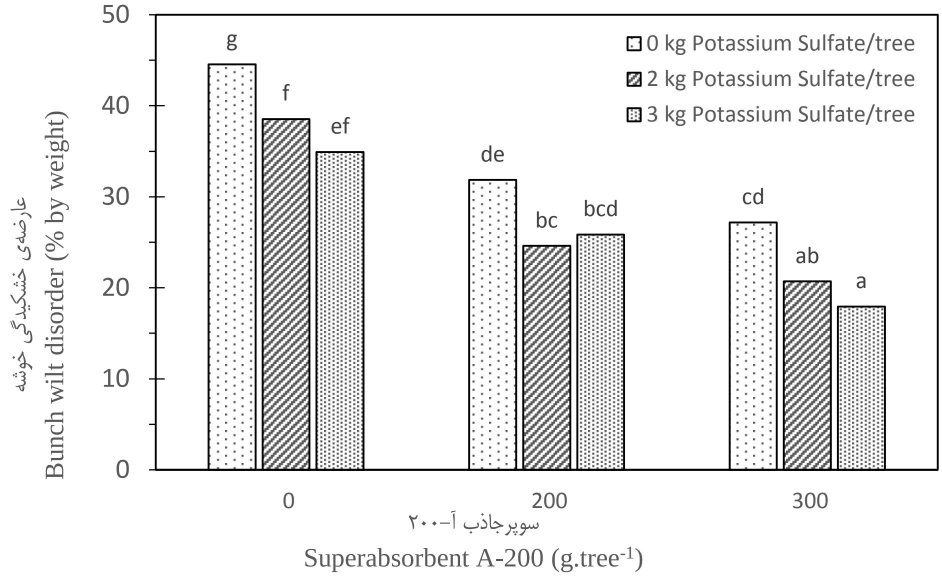
عارضه‌ی خشکیدگی خوشه

بررسی برهم‌کنش سوپرجاذب و کود پتاسه بر درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما نشان داد در هیچ‌کدام از سطوح سوپرجاذب، بین سطح۲ و ۳ کود پتاسه، اختلاف معنی‌دار وجود نداشت اما مصرف کود پتاسه (۲ و ۳ کیلوگرم بر درخت) بدون سوپرجاذب (سطح ۱، S_1) و در حضور ۳۰۰ گرم بر درخت سوپرجاذب (سطح ۳، S_3) درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما را به‌طور معنی‌داری نسبت به سطح ۱ آن (عدم مصرف کود پتاسه)کاهش داد که حاکی از نقش فیزیولوژیک عنصر پتاسیم در کاهش تلفات آب گیاه است. در سطح۲ سوپر جاذب این کاهش معنی‌دار عارضه، فقط با مصرف دو کیلوگرم کود پتاسه بر درخت مشاهده گردید (شکل ۵) که این موضوع نیز مؤید آنست که اثرات تغذیه‌ای مثبت پتاسیم تنها در فراهمی بالای رطوبت خاک، قابل انتظار است. کمینه‌ی درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه در تیمار S_3K_3 مشاهده‌گردید که به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها به‌جز S_3K_2، کم‌تر بود که تأثیر مثبت و هم‌افزایی دو تیمار بر کاهش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما را نشان می‌دهد. اما در سطوح۱ و ۲ کود پتاسه اختلاف معنی‌داری در مصرف ۲۰۰ یا ۳۰۰ گرم بر درخت سوپرجاذب وجود نداشت بنابراین تنها با مصرف سه کیلو گرم بر درخت کود پتاسه، مصرف سطح سوم سوپرجاذب قابل توصیه است (شکل ۵). کمینه‌ی درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه در تیمار S_3K_3 مشاهده شد که نسبت به S_1K_1 مقدار عارضه را ۶۰ درصد کاهش داد که با تیمار S_3K_2 اختلاف معنی‌دار نداشت.

مقایسه‌ی میانگین درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه در برهم‌کنش سوپرجاذب و کود حیوانی (شکل ۶) نشان داد که در سطوح ۱ و ۲ کود حیوانی (O_1 و O_2)، با افزایش مقدار مصرف سوپر جاذب میزان عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ولی با کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم بر درخت کود حیوانی (سطح ۳، O_3)، بین سطح ۲ و ۳ سوپرجاذب (S_2 و S_3) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. می‌توان گفت کود حیوانی در مقادیر بالا (در این پژوهش ۱۳۰ کیلوگرم بردرخت) به دلیل ویژگی خاص در بهبود ساختمان و جذب و نگهداری آب می‌تواند همانند سوپرجاذب به‌طور مستقیم به نگهداری رطوبت در خاک و کاهش صدمات ناشی از کمبود آب برای گیاه، کمک کند. مصرف کود حیوانی با کاربرد و بدون کاربرد سوپرجاذب، سبب کاهش معنی‌دار عارضه گردید اما اختلاف معنی‌دار در درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه با کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم بر درخت کود حیوانی با سطح ۶۵ کیلوگرم کود حیوانی بر درخت ، فقط در سطح ۲ سوپرجاذب (S_2، ۲۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت) مشاهده گردید. کم‌ترین درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه در تیمار S_3O_3

مشاهده شد که نسبت به S_1O_1 مقدار عارضه را ۶۳ درصد کاهش داد البته با دو تیمار S_3O_2 و S_2O_3 اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۶).

برهم کنش کود پتاسه و کود حیوانی بر درصد عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما معنی‌دار نبود (جدول ۱).

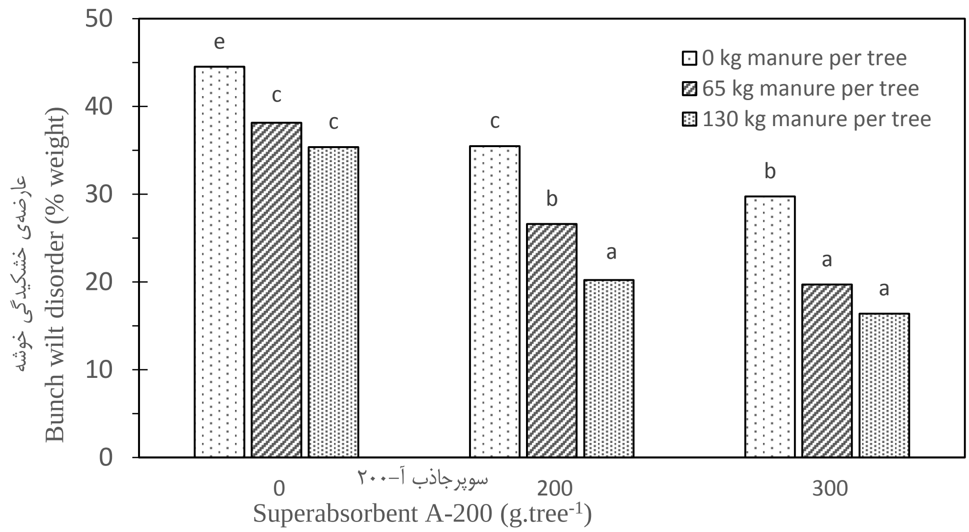


شکل ۵- مقایسه میانگین درصد وزنی عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرمای مضافتی تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود پتاسه

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 5- Mean Comparison of bunch wilt disorder (% by weight) affected by interaction of superabsorbent and potassium fertilizer levels

Means with the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.



شکل ۶- مقایسه میانگین درصد وزنی عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما تحت تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف سوپرجاذب و کود حیوانی

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 6- Mean Comparison of date bunch wilt disorder (% by weight) affected by interaction of superabsorbent and manure levels

Means with the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

مقایسه‌ی میانگین طول میوه (جدول ۲) نشان می دهد که بیش‌ترین میانگین طول میوه ۴۱ میلی‌متر و در تیمار $S_3K_3O_3$ مشاهده گردید که با تمامی تیمارها به‌جز $S_3K_3O_2$، اختلاف معنی‌دار داشت. کم‌ترین میانگین طول میوه هم در تیمار $S_2K_1O_3$ و برابر با ۲۶ میلی‌متر بود که به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارها به‌جز $S_3K_2O_2$ و $S_1K_1O_1$ بود. مقدار افزایش طول میوه در بیشینه‌ی آن نسبت به مقدار کمینه، ۵۶ درصد و نسبت به شاهد (تیمار $S_1K_1O_1$)، ۴۵ درصد بود. بدون مصرف کود حیوانی (O_1) در سطح۱ و ۳ سوپرجاذب با افزایش سطح کود پتاسه طول میوه افزایش پیدا کرد که در بیشتر موارد معنی‌دار بود ولی در سطح ۲ سوپرجاذب (S_2) ابتدا افزایش و سپس کاهش طول میوه دیده شد. با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم کود حیوانی بر درخت (O_3)، تأثیر کاهشی و معنی‌دار کود پتاسه در شرایط عدم مصرف سوپرجاذب (S_1) دیده‌شد. در سطح O_2، تأثیر کود پتاسه در سطح ۲۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت، با دو سطح دیگر سوپرجاذب متفاوت بود به‌طوری‌که با افزایش مقدار کود پتاسه، طول میوه کاهش یافت ولی در سطوح O_2 توأم با S_1، با افزایش مقدار کود پتاسه طول میوه نیز افزایش معنی‌دارداشت و در سطوح O_2 توأم با S_3 نیز برخلاف کاهش طول میوه با K_2، با افزایش سطح کود پتاسیم به K_3 (۳کیلوگرم بردرخت) افزایش معنی‌دار در طول میوه دیده شد که با بیشینه‌ی آن نیز اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲)؛ این روندهای به ظاهر متفاوت، ناشی از تأثیر مثبت هر سه فاکتور بر بهبود عملکرد و کاهش درصد عارضه می‌باشد که در سطوح میانی با کاهش عارضه و افزایش میوه‌نشینی نهایی، ممکن است اندازه‌ی میوه‌ها قدری کاهش یابد ولی در سطوح بالاتر افزایش وزن و اندازه‌ی میوه، علاوه بر کاهش خشکیدگی و ریزش میوه، مشاهده می‌گردد که افزایش نهایی عملکرد را نیز در پی دارد.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین طول میوه‌ی خرما (میلی‌متر)، تحت تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب، کود پتاسه و کود حیوانی

Table 2- Mean comparison of fruit length (mm) affected by various superabsorbent, potassium fertilizer, and manure levels

سوپرجاذب Superabsorbent ($g.tree^{-1}$)	کود پتاسه Potassium fertilizer ($kg.tree^{-1}$)	کود حیوانی Manure ($kg.tree^{-1}$)			
		0 (O_1)	65 (O_2)	130 (O_3)	
0 (S_1)	0 (K_1)	28.3 ^{mn}	32.1 $^{i-l}$	33.9 $^{f-j}$	32.7 ^{B}
	2 (K_2)	30.9 ^{l}	33.2 $^{h-k}$	36.0 $^{d-g}$	
	3 (K_3)	33.3 $^{h-k}$	36.0 $^{d-g}$	30.3 ^{lm}	
200 (S_2)	0 (K_1)	31.9 $^{i-l}$	35.6 $^{e-h}$	26.3 ^{n}	32.8 ^{B}
	2 (K_2)	35.5 $^{e-h}$	34.8 $^{e-h}$	31.8 ^{jkl}	
	3 (K_3)	33.8 $^{g-j}$	31.0 ^{kl}	34.6 $^{e-h}$	
300 (S_3)	0 (K_1)	34.2 $^{f-i}$	36.3 ^{def}	36.8 ^{cde}	36.6 ^{A}
	2 (K_2)	36.2 ^{def}	27.2 ^{n}	38.8 ^{bc}	
	3 (K_3)	38.2 ^{bcd}	40.2 ^{ab}	41.1 ^{a}	
		33.6	34.1	34.4	

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین قطر میوه (میلی‌متر)، تحت تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب، کود پتاسه و کود حیوانی

Table 3- Mean comparison of fruit diameter (mm) affected by various superabsorbent, potassium fertilizer, and manure levels

سوپرجاذب Superabsorbent ($g.tree^{-1}$)	کود پتاسه Potassium fertilizer ($kg.tree^{-1}$)	کود حیوانی Manure ($kg.tree^{-1}$)			
		0 (O_1)	65 (O_2)	130 (O_3)	
0 (S_1)	0 (K_1)	18.4 ^{k}	19.7 $^{h-k}$	20.3 $^{g-j}$	20.8 ^{B}
	2 (K_2)	19.3 ^{ijk}	21.0 $^{f-i}$	23.3 $^{b-e}$	
	3 (K_3)	21.6 ^{efg}	20.3 $^{g-j}$	23.7 $^{a-d}$	
200 (S_2)	0 (K_1)	18.8 ^{jk}	21.7 ^{efg}	16.3 ^{l}	22.1 ^{A}
	2 (K_2)	23.4 $^{b-e}$	23.9 ^{abc}	24.3 ^{abc}	
	3 (K_3)	22.4 $^{c-f}$	23.4 $^{a-e}$	24.4 ^{ab}	
300 (S_3)	0 (K_1)	21.8 $^{d-g}$	21.7 ^{efg}	22.7 $^{b-f}$	22.9 ^{A}
	2 (K_2)	21.3 ^{fgh}	22.7 $^{b-f}$	24.2 ^{abc}	
	3 (K_3)	22.6 $^{b-f}$	23.7 ^{abc}	25.3 ^{a}	
		21.1 ^{B}	22.0 ^{AB}	22.7 ^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

در مجموع مصرف ۳۰۰ گرم سوپرجاذب بر درخت بیش‌ترین تأثیر مثبت را بر طول میوه داشت. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران که تأثیر مصرف عناصر غذایی به شکل‌های مختلف و نیز تغییر در میزان و تناوب آبیاری را بر کاهش خشکیدگی میوه و کیفیت ظاهری حبه‌ها، مورد مطالعه قرار داده‌اند، هم‌خوانی دارد (۳، ۴، ۱۲، ۱۷ و ۱۸).

تغییرات قطر میوه تا حدود زیادی همانند و هم‌راستای تغییرات طول میوه بود که در پژوهش‌های دیگر نیز دیده می‌شود البته در پژوهشی که با استفاده از مواد ضدتعرق و پوشش خوشه، با کاهش تلفات آب میوه، مقدار عارضه کاهش یافت روند تغییرات طول و عرض میوه یکسان نبود (۱۹) ولی در پژوهش‌هایی که با مدیریت آب خاک و مصرف بهینه‌ی عناصر غذایی به صورت محلول‌پاشی یا افزودن به خاک، کنترل عارضه و کیفیت میوه مورد بررسی قرارگرفته‌است چنین ارتباطی دیده می‌شود (۹، ۱۵، ۱۷ و ۱۸)؛ در این پژوهش نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار طول با قطر میوه و نیز با عملکرد در سطح یک درصد آماری مشاهده گردید (جدول ۵). بیشینه و کمینه‌ی قطر میوه به ترتیب ۲۵ و ۱۶ میلی‌متر بود که هر دو در سطح ۳ کود حیوانی یعنی با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم کود حیوانی بر درخت دیده شدند، بیشینه‌ی آن در تیمار $S_3K_3O_3$ و کمینه‌ی آن در تیمار $S_2K_1O_3$ بود که به ترتیب ۳۷ درصد افزایش معنی‌دار و ۱۱ درصد کاهش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد ($S_1K_1O_1$) نشان دادند. در خصوص تأثیر سه فاکتور بر قطر میوه، اختلاف معنی‌داری بین بسیاری از تیمارها به ویژه در سطح ۲ و ۳، با مقدار بیشینه‌ی آن مشاهده نشد (جدول ۳). بررسی داده‌ها نشان داد که عملکرد میوه‌ی سالم و عملکرد کل در تیمار $S_2K_1O_3$ نسبت به تیمارهای مقادیر پایین‌تر سوپرجاذب و کود حیوانی، افزایش معنی‌دار داشته‌است اما نکته‌ی اساسی، کاهش قابل توجه درصد عارضه در این تیمار نسبت به بسیاری از تیمارها بود که نشان می‌دهد افزایش عملکرد در این تیمار بیشتر تحت تأثیر کاهش عارضه‌ی خشکیدگی خوشه و احتمالاً افزایش تعداد حبه‌ی میوه بر درخت بوده است. کمتر بودن وزن حبه‌ی میوه، برخلاف افزایش عملکرد، در این تیمار (جدول ۴) نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

تأثیر سطوح مختلف هر یک از سه عامل سوپرجاذب، کودپتاسه و کود حیوانی بر وزن میوه نیز همانند طول و قطر میوه در حضور دو فاکتور دیگر و سطوح مختلف آن‌ها، به طور واضح متفاوت بود (جدول ۴) به طوری‌که با افزایش سطح کود حیوانی و سوپر جاذب به ترتیب به سطح ۳ و سطح ۲، وزن حبه‌ی میوه به کمینه‌ی خود یعنی ۵/۷۴ گرم رسید که حدود ۱۱ درصد کمتر از شاهد بود درحالی‌که بدون سوپرجاذب کاربرد سطح ۳ کود حیوانی ۶۶ درصد وزن میوه را نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داد؛ روندهای متفاوت در سایر سطوح نیز مشاهده گردید. دلیل این برهم‌کنش‌ها، روابط متعارض بر روی ویژگی‌ها بود به عنوان مثال بهبود تغذیه و حفظ شرایط رطوبتی خاک و گیاه، در وهله‌ی اول مانع خشکیدگی و ریزش میوه شده و منجر به افزایش عملکرد می‌شود که در ابتدا حفظ میوه‌ها می‌توانند با کاهش وزن و اندازه‌ی میوه، برخلاف افزایش عملکرد، همراه باشد ولی در سطوح بالاتر سوپرجاذب، پتاسیم و کود حیوانی، با بهینه شدن شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای، همراه با افزایش عملکرد، افزایش اندازه و وزن میوه را هم شاهد هستیم. تقریباً در تمامی پژوهش‌های مورد بررسی، کاهش عارضه خشکیدگی خوشه‌ی خرما در سطوح بالای تیمارهای آبی و کودی (آلی و معدنی؛ محلول‌پاشی یا کاربرد خاکی)، پوشش‌دار کردن خوشه و کاربرد مواد کنترل تعرق، همراه با افزایش وزن میوه بوده است (۳، ۴، ۸، ۹، ۱۲، ۱۴، ۱۵ و ۱۹).

جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین وزن میوه (گرم)، تحت تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب، کود پتاسه و کود حیوانی

Table 4- Mean comparison of fruit weight (g) affected by various superabsorbent, potassium fertilizer, and manure levels

سوپرجاذب Superabsorbent ($g.tree^{-1}$)	کود پتاسه Potassium fertilizer ($kg.tree^{-1}$)	کود حیوانی Manure ($kg.tree^{-1}$)			
		0 (O_1)	65 (O_2)	130 (O_3)	
0 (S_1)	0 (K_1)	6.43 j	8.80 hi	10.7 fg	11.0^{B}
	2 (K_2)	10.4 gh	11.3 fg	11.9 efg	
	3 (K_3)	14.1 cd	15.3 bc	10.0 gh	
200 (S_2)	0 (K_1)	8.27 i	10.1 gh	5.74 j	11.5^{AB}
	2 (K_2)	10.7 fg	13.3 de	16.1 ab	
	3 (K_3)	11.4 fg	12.4 ef	15.6 bc	
300 (S_3)	0 (K_1)	10.6 fg	11.87 efg	15.2 bc	13.2^{A}
	2 (K_2)	12.3 ef	7.28 ij	15.2 bc	
	3 (K_3)	12.4 ef	16.4 ab	17.5 a	
		10.7^{B}	11.9^{AB}	13.1^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at the 0.05 level.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد، عارضه‌ی خشکیدگی خوشه و برخی از صفات مورد مطالعه‌ی میوه خرما (n= ۲۷)

Table 5- Correlation coefficients between yield components, percentage of date bunch fading disorder, and some characteristics of palm date fruit (n=27)

	عملکرد میوه‌های سالم Safe fruits yield	عملکرد کل Total yield	عملکرد میوه‌های خشک شده Dried fruits yield	وزن میوه Fruit weight	رطوبت میوه (٪) Fruit moisture (%)	قطر میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit length
عملکرد کل Total yield	0.923^{**}	1					
عملکرد میوه‌های خشک شده Dried fruits yield	-0.869^{**}	-0.612^{**}	1				
وزن میوه Fruit weight	0.639^{**}	0.628^{**}	-0.506^{**}	1			
درصدرطوبت میوه Fruit moisture (%)	0.893^{**}	0.845^{**}	-0.750^{**}	0.513^{**}	1		
قطر میوه Fruit diameter	0.646^{**}	0.523^{**}	-0.655^{**}	0.722^{**}	0.554^{**}	1	
طول میوه Fruit length	0.571^{**}	0.649^{**}	-0.34^{ns}	0.760^{**}	0.591^{**}	0.581^{**}	1
درصد وزنی عارضه Disorder (% by weight)	-0.926^{**}	-0.712^{**}	0.987^{**}	-0.564^{**}	-0.817^{**}	-0.670^{**}	-0.418^{*}

**، * و ns: به ترتیب همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵آماری و عدم همبستگی معنی‌دار

**, *, and ns: significant correlation at the 0.01, 0.05 levels, and not significant, respectively.

بیشینه‌ی وزن حبه‌ی میوه در تیمار $S_3K_3O_3$ دیده شد که نسبت به شاهد ۱٫۷۲ برابر افزایش داشت (۱۷۲٪). این میانگین بیشینه، از مابقی تیمارها به‌جز تیمارهای $S_3K_3O_2$ و $S_2K_2O_3$، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. در مجموع تیمارهای سطح سوم کود حیوانی همراه با کاربرد حداقل سطح ۲ کود پتاسه و سوپرجاذب، وزن میوه‌ی بیش از دو برابری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴).

همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه

بررسی همبستگی بین برخی از صفات مورد مطالعه (جدول ۵) نشان داد عملکرد میوه‌های خشک شده (دچار عارضه) و درصد عارضه (وزنی)، علاوه بر عملکرد میوه‌ی سالم، با عملکرد کل نیز رابطه‌ی منفی و معنی‌دار داشتند و بیانگر آن‌است که کاهش درصد عارضه، فقط به دلیل جلوگیری از بروز عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما و تبدیل میوه‌های بازنشانی شده به میوه‌ی کامل نبوده بلکه مزید بر آن، می‌تواند به دلیل افزایش وزن و اندازه‌ی میوه نیز باشد. هم‌سویی تغییرات وزن، طول و قطر میوه، با کاهش درصد عارضه در همبستگی‌های مورد مطالعه (جدول ۵) در سطح یک درصد آماری به تأیید رسید البته افزایش عملکرد میوه‌ی سالم و کل، تحت تأثیر فاکتورهای اعمال شده، می‌تواند به دلیل افزایش میوه نشینی[1] نیز باشد که در این پژوهش این ویژگی و تعداد حبه‌ی میوه بر خوشه و یا درخت، مورد مطالعه قرار نگرفت. نکته‌ی قابل توجه دیگر، همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد رطوبت میوه با عملکرد کل، عملکرد میوه‌های سالم و رسیده، وزن میوه و اندازه‌ی میوه (قطر و طول) بود که خود تحت تأثیر روابط آب و گیاه و حفظ آب گیاه در شرایط نامساعد محیطی است. قدرمطلق ضریب همبستگی بین درصد عارضه و درصد رطوبت میوه (۰/۸۲) بسیار بزرگتر از قدر مطلق ضریب همبستگی بین درصد عارضه و وزن میوه‌ی سالم (۰/۵۶) بود که بیان کننده‌ی کاهش رطوبت معنی‌دار میوه‌های سالم در شرایط بروز عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرماست و این فرضیه را که افزایش تلفات آب میوه منجر به عارضه‌ی خشکیدگی خوشه می‌شود را تقویت می‌کند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش برای بهبود ویژگی‌های کیفی ظاهری میوه (وزن، طول و قطر)، کاربرد ۳۰۰ گرم بر درخت سوپرجاذب با سطح دوم کود پتاسه یا سطح دوم کود حیوانی در نخلستان‌های خرمای مضافتی (سن حدود ۱۰ سال) توصیه می‌شود اما در شرایط بروز عارضه‌ی خشکیدگی خوشه برای افزایش عملکرد میوه‌های سالم و کل، کاربرد توأم هر سه عامل توصیه می‌گردد که با توجه به اثرات معنی‌دار آماری در کاهش عارضه و افزایش عملکرد میوه‌ی سالم و

1- Set Fruiting

کل، کاربرد سطح سوم عامل‌ها یعنی ۳۰۰ گرم سوپرجاذب، سه کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۱۳۰ کیلوگرم کود حیوانی پوسیده بر درخت توصیه می‌گردد. براساس نتایج پژوهش، این توصیه می‌تواند منجر به کاهش حدود ۶۰ درصدی عارضه‌ی خشکیدگی خوشه و افزایش تقریبی۱۰۰ درصدی وزن میوه‌های سالم گردد و علاوه بر کنترل و کاهش میزان عارضه‌ی خشکیدگی خوشه‌ی خرما، بر افزایش وزن و اندازه‌ی میوه نیز مؤثر بوده و باعث افزایش کیفیت و بازارپسندی آن می‌گردد که این مورد نیز می‌تواند افزایش درآمد باغداران را در پی داشته باشد.

منابع

1- Abdel-hadi A.H., Awad A.M., and El-shebeny G.M. 1995. Effect of potassium on the drought resistance in crop production under the Egyptian Conditions. Soils, Water and Environment Research Institute, the Agricultural Research Center, Egypt.

2- Abedi-Koupai J., Sohrab F., and Swarbrick G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. Journal of Plant Nutrition 31(2): 317–331.

3- Alihouri M. 2008. Effects of water stress on fruit drop and yield of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Pajouhesh va Sazandegi 79: 178-185. (In Persian)

4- Alikhani-Koupaeia M., Fatahia R., Zamania Z., and Salimi S. 2018. Effects of deficit irrigation on some physiological traits, production and fruit quality of ‘Mazafati’ date palm and the fruit wilting and dropping disorder. Agricultural Water Management 209: 219-227.

5- Baradaran G., Rastegari P., and Sabah A. 2015. Managing bunch wilt disorder of palm date. Kerman State Agricultural Organization, p. 15. (In Persian)

6- Davoodin A., and Karampour F. 2003. Study of the effects of type and timing of covers on decreasing bunch wilt disorder of palm date. Hormozgan State Agricultural Research Center. (In Persian)

7- Ebadipour A., and Dezham M. 2011. Study of suitable way to control bunch wilt disorder of date palm. p. 1832-1834. In Proceedings of the 7th Congress of Iranian Horticultural Science, 5-8 Sep. 2011. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Persian)

8- Harhash M.M., Mosa W.F.A., El-Nawam S.M., and Gattas H.R.H. 2020. Effect of bunch covering on yield and fruit quality of "Barhee" date palm cultivar. Middle East Journal of Agriculture Research 9(1): 46-51.

9- Izadi M., and Aslmoshtaghi E. 2015. Orchard management for decreasing date palm bunch fading disorder. International Journal of Horticultural Science and Technology 2(1): 27-32.

10- Izadi M., and Roushan V. 2006. Effects of plant growth regulators on bunch fading disorder, yield, fruit weight and size of ‘kabkab’ date. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 7(1): 57-66. (In Persian with English abstract)

11- Mohamadi H.M., Moghtaderi Gh.A. 2005. The relationship between climatic elements and necrosis of date palm bunch using regression model. Desert 10(2): 339-348. (In Persian with English abstract)

12- Kassem H.A. 2012. The response of date palm to calcareous soil fertilization. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 12(1): 45-58.

13- Khayyat M., Tafazoli E., Eshghi S., and Rajaee S. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 2(3): 289-296.

14- Pezhman H., Roshan V., Rah Khodaei E. 2005. Effects of different bunch covers and thinning methods on date bunch fading disorder of ‘mazafati’ cultivar in Jiroft region. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 5(4): 215-230. (In Persian with English abstract)

15- Pezhman H., and Izadi M. 2006. Effects of different thinning methods and bunch covers on date bunch fading disorder and fruit quality of date palm (*phoenix dactilifera* L.) cv. "kabkab". The Scientific Journal of Agriculture 29(2): 93-104. (In Persian with English abstract)

16- Rah Khodaei E., and Pezhman H. 2007. Effects of temperature and relative humidity on date bunch fading disorder of mazafati cultivar in Jiroft region. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 8(3): 149-164. (In Persian with English abstract)

17- Rousta M.J. 2003. Study of foliar application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder of mazafati cultivar. Journal of Water and Soil Science 17(2): 123-131. (In Persian)

18- Shekofte H., and Nikpour M. 2016. Study of foliar application of calcium and potassium on date bunch wilting disorder. Journal of Horticultural Science 30(3): 358-365.

19- Shoorabadi A., Shamshiri M.H., Najafinia M., and Mirdehghan S.H. 2016. The role of covering and antitranspirant substances on control of date bunch fading in mazafati cultivar. The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture) 39(1): 47-64.

Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 4, Sept-Oct 2020, p. 989-1001

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۹، ص. ۱۰۰۱-۹۸۹

Effects of Superabsorbent Polymer, Potassium Sulfate, and Manure on Yield and Date Bunch Fading Disorder Control of "Mazafati" Date Palm Cultivar

Z. Saeidi[1]- M. Heshmati Rafsanjani[2]*- J. Sarhadi[3]- M.H. Shamshiri[4]

Received: 23-06-2020
Accepted: 26-07-2020

Introduction: The date bunch fading disorder causes huge loss on farmers' incomes and damages to economy of date producing regions. Thus it is important to find a way for controlling the disorder or reducing its economic damages. It seems that the water losses of the tree under critical environmental conditions, such as high temperature and very low air relative humidity, cause date bunch fading disorder especially when is accompanied by regional warm wind. According to the scientific literatures, the use of different covers on bunches, high-frequency irrigation, foliar application of mineral nutrients and anti-transpiring substances, and soil mineral fertilization can affect date palm bunch fading disorder. Superabsorbent polymers have great capability for storage water and can be used in soil to improve its water retention and increase soil available water under drought conditions. On the other hand, potassium has important roles in metabolism of carbohydrates, plant water relations as the major element in action mechanism of stomata, and plant water osmotic potential. Organic matter can also improve soil physical properties, i.e., soil structure and soil available water as well as soil fertility and bioavailability of mineral nutrients. Because of mentioned roles of these three factors, the effects of them on date palm bunch fading disorder were investigated in this research.

Materials and Methods: The effects of superabsorbent, potassium fertilizer, and manure on yield and date bunch fading disorder of "Mazafati" date palm cultivar were investigated in Jiroft, Kerman province, south of Iran. An experiment was conducted in factorial randomized complete block design. The factors were included superabsorbent polymer A200 in 0 (S_1), 200 (S_2), and 300 (S_3) g.tree^{-1} levels, potassium sulfate fertilizer in 0 (K_1), 2 (K_2), and 3 (K_3) kg.tree^{-1} levels, and cow manure in 0 (O_1), 65 (O_2), and 130 (O_3) kg.tree^{-1} levels. Treatments were applied in February in three blocks and harvest was done at the first half of August. The yield of intact fruits, the yield of dried and dropped fruits (collected in an elastic silicone wire cloth cover), and total yield were determined at the harvest time and date bunch fading disorder was calculated as weight percentage (the dried fruits weight was divided by the total fruits weight and multiplied by 100, in each plot). Weight, diameter, and length of fruits were measured and determined from a random sample containing 30 intact fruits per each plot (a tree). Statistical analysis was done by IBM SPSS Statistics version 25.

Results and Discussion: According to the results, the block had no significant effect on any of studied parameters, on the other hand, the results showed significant effects of all three factors on all of the measured parameters including percentage of date bunch fading disorder, total fruits yield, intact fruits yield, fruit weight, fruit diameter, and fruit length, except fruit length by the manure factor, by ANOVA at the 0.01 level. Three factors interaction significantly affected only the fruit characteristics including weight, diameter, and length of fruit. About the intact and total fruits yield and date bunch fading disorder, interactions between superabsorbent and two other factors were statistically significant. The highest means of intact fruits yield were observed in S_3K_3 and S_3O_3 treatments (28.9 and 28.7 kg.tree^{-1}) increased by 98% and 93% compared to S_1K_1 and S_1O_1 treatments, respectively; and they were also significantly higher than those of all other treatments. The maximum means of total yield were found in S_3K_3 and S_3O_3 treatments (35.0 and 26.8 kg.tree^{-1}) increased by 33% and 28% compared to S_1K_1 and S_1O_1 treatments, respectively. The mean percentage of date bunch fading disorder was significantly decreased by increasing the levels of superabsorbent, potassium fertilizer, and manure factors in interactions between superabsorbent and two other factors (SK and SO interactions), thus the lowest mean of date bunch fading disorder percentage in both interactions was found in third levels of each factor (S_3K_3 and

1 and 2- Graduate M.Sc. of Soil Science and Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultur, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Kerman Provience, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: heshmati@vru.ac.ir)
3- Assistant Professor, Agricultural Research Center of South of Kerman, Jiroft, Kerman Provience, Iran
4- Associate Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agricultur, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Kerman Provience, Iran
DOI: 10.22067/jsw.v34i4.87063

S_3O_3 treatments), decreased by 60% and 63% compared to S_1K_1 and S_1O_1 treatments, respectively. The lowest and the highest mean of fruit weight, fruit diameter, and fruit length parameters were observed in $S_2K_1O_3$ and $S_3K_3O_3$ treatments, respectively. Negative significant correlations were found between percentage of date bunch fading disorder and total fruits yield, intact fruits yield, fruit moisture, fruit weight, fruit diameter, and fruit length, while the last six parameters had positive significant correlations with each other. In addition to common positive effects of three factors on water supply improvement, they can influence plant progress in different ways, such as carbohydrate metabolism and activation of some enzymes by potassium, and increasing of mineral nutrients availability and soil microbial activities by organic matter and manure. Therefore, these three factors could have some positive interactions on their effects on control of the disorder, increasing the yield, and improvement of weight and size of fruit. An observed decrease in weight and size of fruit by using 2nd level of superabsorbent and 3rd level of manure can be resulted from significant decrease in percentage of disorder and finally competition between safe fruits for potassium in carbohydrate metabolism and so on.

Conclusion: According to the results of this research, applying of superabsorbent polymer (300 $g.tree^{-1}$), potassium fertilizer (3 $kg.tree^{-1}$), and manure (130 $kg.tree^{-1}$) together can be recommended to improve qualitative parameters of date palm fruits (weight, length, and diameter). Applying the 3rd levels of these factors together can also control date bunch fading disorder cv. Mazafati, and increase the economic income because of qualitative improvement of fruits.

Keywords: Date palm, Fertilizer, Fruit size, Superabsorbent polymer A200, Water availability, Yield